VITA SPÅR PÅ HIMLEN

Contrails, cloud seeding och solar radiation modification - vad är vad?

Sammanställd av Michael Berglund

Datum: 26 maj 2026

Syfte: att skilja på vanliga contrails, persistenta contrails, cloud seeding och solar radiation modification med tydliga bevisnivåer.

Innehåll

- 0. Läs detta först
- 1. Sammanfattning
- 2. Vad är en vanlig contrail?
- 3. När kan contrails ligga kvar länge?
- 4. Hur kan privatpersoner kontrollera en observation?
- 5. Vad är cloud seeding?
- 6. Hur sker cloud seeding tekniskt?
- 7. Vad är Solar Radiation Modification, SRM?
- 8. Stratospheric Aerosol Injection, SAI
- 9. Marine Cloud Brightening, MCB
- 10. Flygets icke-CO2-klimatpåverkan
- 11. Vilka ämnen nämns i öppna källor?
- 12. Vilka patent finns?
- 13. Vem gör detta och varför?
- 14. Hur länge har detta pågått?
- 15. Möjliga risker och påverkan
- 16. Vad är bevisat?
- 17. Vad är inte bevisat i detta underlag?
- 18. Praktisk checklista: contrail-rimlighetskoll
- 19. Källförteckning
- Slutord

0. Läs detta först

Den här genomgången försöker inte bevisa att varje vitt flygspår är ett hemligt utsläpp.

Den försöker inte heller bevisa ett globalt hemligt program.

Syftet är att skilja på flera fenomen som ofta blandas ihop i debatten:

- vanliga contrails
- persistenta contrails
- cloud seeding
- weather modification
- solar radiation modification, SRM
- stratospheric aerosol injection, SAI
- marine cloud brightening, MCB

Ordet “chemtrail” används ibland i vardaglig debatt som ett samlingsord för misstänkta avsiktliga utsläpp från flygplan. I detta dokument används det inte som teknisk beviskategori. När dokumentet talar om dokumenterade metoder används i stället etablerade termer som cloud seeding, weather modification och solar radiation modification.

Det är en viktig skillnad.

Att vanliga contrails finns betyder inte att alla vita spår automatiskt är ointressanta. Att cloud seeding finns betyder inte att varje vitt spår på himlen är vädermodifiering. Att solar radiation modification diskuteras, forskas på och patenteras betyder inte automatiskt att ett globalt hemligt program är bevisat.

Men det betyder inte heller att ämnet kan avfärdas med ett skratt.

> **Bevisnivåer i dokumentet**
>
> BEVISAT - stöds av myndigheter, forskningslitteratur, officiella dokument eller öppna tekniska källor.
>
> DOKUMENTERAT SOM FÖRSLAG / FORSKNING - finns i rapporter, patent, forskningsprogram eller tekniska koncept, men bevisar inte nödvändigtvis operativ användning.
>
> BEGRÄNSAT / OSÄKERT - det finns observationer, påståenden eller indicier, men inte tillräckligt för en stark slutsats.
>
> INTE BEVISAT I DETTA UNDERLAG - påståenden som inte kan styrkas med de källor som redovisas här.

Målet är inte att tro blint åt något håll. Målet är att kunna kontrollera.

1. Sammanfattning

Det här dokumentets grundposition är enkel:

1. Vanliga contrails finns och har kända meteorologiska villkor.
2. Persistenta contrails kan ligga kvar länge under rätt förhållanden.
3. Cloud seeding finns och används öppet.
4. Solar Radiation Modification finns som forskningsfält, policyområde och tekniskt koncept.
5. Patent finns för flera relevanta metoder kopplade till vädermodifiering, aerosoler och solstrålningsreduktion.
6. Detta bevisar inte att varje långt vitt spår är ett hemligt utsläpp.
7. Det visar däremot att frågan behöver delas upp, eftersom “bara kondens” inte beskriver hela fältet av dokumenterade atmosfäriska tekniker.

Den första delen av dokumentet handlar därför bara om grunden: vad en vanlig contrail är, när den kan ligga kvar länge och hur man själv kan göra en rimlighetskontroll. Innan man går vidare till cloud seeding eller solar radiation modification måste denna grund vara klar.

2. Vad är en vanlig contrail?

BEVISNIVÅ: BEVISAT

En vanlig contrail är ett kondens- eller issprår som bildas bakom ett flygplan under vissa atmosfäriska förhållanden.

FAA beskriver contrails som spår som kan bildas när flygplan släpper ut varma, fuktiga motoravgaser i mycket kall luft. Processen liknar hur människans andedräkt kan bli synlig i kall luft, men sker på hög höjd bakom flygplan. De synliga spåren består i huvudsak av små iskristaller. (Källa: FAA, 2025)

Den förenklade mekanismen är:

8. Flygplanet flyger på hög höjd.
9. Motorn släpper ut varma, fuktiga avgaser.
10. Avgaserna blandas med mycket kall omgivande luft.
11. Vattenånga kondenserar på små partiklar.
12. Dropparna fryser till iskristaller.
13. Ett vitt spår blir synligt bakom flygplanet.

Detta betyder att contrails inte uppstår “bara för att ett flygplan flyger”. Förhållandena på flyghöjd spelar roll.

Tre faktorer är särskilt viktiga:

- temperatur
- tryck / höjd
- fuktighet

U.S. Air Force Handbook 15-101 beskriver contrail-prognoser med hjälp av temperatur, trycknivå/höjd och relativ luftfuktighet. Handboken behandlar bland annat Appleman-metoden, där man bedömer om förhållandena på flyghöjd stödjer contrailbildning. (Källa: U.S. Air Force, AFH 15-101)

Det innebär att en seriös bedömning av ett vitt flygspår inte bör utgå från vädret på marken. Den bör utgå från luften där flygplanet faktiskt flög.

3. När kan contrails ligga kvar länge?

BEVISNIVÅ: BEVISAT

Alla contrails beter sig inte likadant. Vissa försvinner snabbt. Andra kan ligga kvar länge, breda ut sig och gradvis likna tunna cirrusmoln.

FAA skriver att de flesta contrails försvinner på sekunder till minuter, men att vissa kan finnas kvar i timmar till dagar under extremt fuktiga atmosfäriska förhållanden. (Källa: FAA, 2025)

EPA/FAA:s contrail-faktablad beskriver samma uppdelning: kortlivade contrails försvinner snabbt, medan persistenta contrails bildas i extremt fuktiga delar av atmosfären och kan vara kvar i timmar till dagar. Faktabladet beskriver också att iskristallerna i en persistent contrail kan fortsätta växa genom att ta upp vatten från den omgivande atmosfären. (Källa: EPA/FAA, 2025)

En enkel uppdelning

Kortlivade contrails: försvinner ofta på sekunder till minuter, särskilt när luften runt planet är för torr för att iskristallerna ska leva kvar.

Persistenta contrails: kan ligga kvar i timmar när de bildas i mycket fuktig eller isövermättad luft på flyghöjd.

Spridande contrail-cirrus: kan breda ut sig, driva med vinden och bli svåra att skilja från naturliga cirrusmoln.

NASA Langley-forskaren Patrick Minnis beskriver att persistenta contrails ofta kan växa till naturligt utseende cirrusmoln inom några timmar. I NASA NTRS-materialet anges att sådana contrail-kluster typiskt observeras i 4-6 timmar, men att vissa observerats i mer än 14 timmar och färdats tusentals kilometer innan de försvann. (Källa: Minnis/NASA NTRS, 2003)

Långa, breda och kvarliggande spår är inte automatiskt bevis för något onormalt. Men de kräver rätt förhållanden på flyghöjd.

Den avgörande frågan är alltså inte bara: “Låg spåret kvar länge?” utan snarare: “Fanns de atmosfäriska förhållanden på flyghöjd som gör ett långlivat spår rimligt?”

4. Hur kan privatpersoner kontrollera en observation?

BEVISNIVÅ: METOD FÖR RIMLIGHETSKONTROLL

En privatperson kan normalt inte bevisa exakt vad ett flygplan släppt ut genom att bara titta upp från marken. Däremot kan man göra en första rimlighetskontroll.

Frågan man försöker besvara är inte: “Är detta chemtrail eller inte?” Frågan är: “Är vanlig contrail en rimlig förklaring utifrån tillgänglig data?”

Steg 1 - Dokumentera observationen

- plats
- datum
- exakt tid
- vilket håll du tittade åt
- foto eller video
- hur länge spåret syntes
- om spåret försvann snabbt eller bredde ut sig

Steg 2 - Identifiera flygplanet

Använd en flygspårningstjänst, exempelvis Flightradar24, ADS-B Exchange eller FlightAware. Försök notera flygnummer, flyghöjd, riktning, hastighet och ungefärlig position.

Höjden är central. Många vanliga contrails uppstår från trafikflyg på hög höjd, ofta omkring 8-12 kilometer, men det viktiga är den faktiska höjden för just planet du observerade.

Steg 3 - Översätt flyghöjd till ungefärlig trycknivå

- 30 000 ft ≈ 9 km ≈ 300 hPa
- 34 000 ft ≈ 10 km ≈ 250 hPa
- 39 000 ft ≈ 12 km ≈ 200 hPa

Omvandlingen mellan fot, kilometer och hPa är en ungefärlig standardatmosfär-approximation. Den stämmer inte exakt i alla vädersituationer, men duger som första orientering.

Steg 4 - Kontrollera temperatur och fuktighet på flyghöjd

Det viktiga är inte vädret på marken. Det viktiga är luften där planet flög.

- temperatur på flyghöjd
- fuktighet på flyghöjd
- vind på flyghöjd
- om luften kan ha varit isövermättad

Verktyg som Windy kan ge modellbaserad information på olika höjd- eller trycknivåer. Radiosonddata kan ge uppmätta profiler av temperatur, fuktighet, tryck och vind, men finns normalt bara från vissa stationer och vid vissa tider.

Modellväder är inte perfekt mätning exakt där planet flög. Radiosonddata är verklig mätning, men inte alltid exakt i tid eller plats för observationen.

Steg 5 - Jämför med vad du faktiskt såg

- Låg planet på hög höjd?
- Var luften där uppe tillräckligt kall?
- Var luften där uppe tillräckligt fuktig?
- Försvann spåret på sekunder eller minuter?
- Låg spåret kvar i timmar?
- Bredde det ut sig med vinden?
- Fanns liknande spår i samma höjdskikt?

Steg 6 - Dra bara en begränsad slutsats

1. Vanlig contrail är rimlig.
2. Vanlig contrail är oklar.
3. Contrail som förklaring stöds inte av tillgänglig data.

Den tredje slutsatsen betyder inte automatiskt att man har bevisat ett avsiktligt utsläpp. Det betyder bara att den vanliga förklaringen inte räcker utifrån den data man har.

5. Vad är cloud seeding?

BEVISNIVÅ: BEVISAT

Cloud seeding är en form av avsiktlig vädermodifiering. Grundidén är att tillföra partiklar till vissa moln eller vädersituationer för att påverka hur molnet utvecklas. Syftet kan till exempel vara att öka nederbörd, öka snöfall, minska hagelskador eller påverka dimma.

Cloud seeding är därför inte en konspirationsteori, utan en dokumenterad och öppet beskriven vädermodifieringsteknik.

World Meteorological Organization, WMO, beskriver weather modification som avsiktliga åtgärder för att påverka lokala atmosfäriska förhållanden. WMO beskriver också cloud seeding som den vanligaste formen av vädermodifiering, där partiklar tillförs moln för att påverka nederbörd, hagel eller molnegenskaper. (Källa: WMO, 2025)

GAO, U.S. Government Accountability Office, beskriver cloud seeding som en flera decennier gammal vädermodifieringsteknik som används både i forskning och i operativa program. (Källa: GAO, 2024)

Vanliga ämnen som nämns i samband med cloud seeding är bland annat silverjodid, salter, torr-is och hygroskopiska partiklar.

Cloud seeding ska inte blandas ihop med vanliga contrails. En contrail är i normalfallet en oavsiktlig följd av att flygplansavgaser möter kall och fuktig luft på hög höjd. Cloud seeding är en avsiktlig metod där ämnen sprids för ett specifikt vädermål.

Cloud seeding ska inte heller blandas ihop med Solar Radiation Modification. Cloud seeding handlar normalt om lokala eller regionala vädereffekter, exempelvis nederbörd eller hagel. Solar Radiation Modification handlar om föreslagna metoder för att påverka jordens strålningsbalans genom att reflektera bort en liten del av inkommande solljus.

6. Hur sker cloud seeding tekniskt?

BEVISNIVÅ: BEVISAT

Cloud seeding kan ske på olika sätt beroende på syfte, land, molntyp och program. Vanliga metoder är flygplan, markbaserade generatorer, raketer eller artilleri i vissa länder och sammanhang samt specialiserad vädermodifieringsutrustning.

När flygplan används handlar det normalt om särskilda flygningar riktade mot specifika molnsystem eller vädersituationer.

Cloud seeding är inte samma sak som att vanliga trafikflyg automatiskt lämnar långa vita spår över hela himlen.

Förenklad skillnad

Vanlig contrail: oavsiktlig kondens-/isspårbildning bakom flygplan under vissa atmosfäriska förhållanden.

Cloud seeding: avsiktlig spridning av ämnen för att påverka ett specifikt vädermål.

Det betyder att cloud seeding kan ske från flygplan, men att inte varje synligt flygspår därmed är cloud seeding. För att påstå cloud seeding behöver man mer än ett synligt spår.

Man behöver till exempel information om vilket flygplan det var, vilken utrustning som användes, vilket ämne som spreds, vilket vädermodifieringsprogram det tillhörde, vilket syfte flygningen hade och vilka meteorologiska förhållanden som rådde.

7. Vad är Solar Radiation Modification, SRM?

BEVISNIVÅ: BEVISAT SOM FORSKNINGS-, POLICY- OCH TEKNIKOMRÅDE

EJ BEVIS FÖR STORSKALIG OPERATIV ANVÄNDNING

Solar Radiation Modification, SRM, är ett paraplybegrepp för föreslagna metoder som syftar till att reflektera bort en liten del av inkommande solljus för att dämpa uppvärmning.

Det vardagliga uttrycket “sun blocking” förekommer ibland i debatten, men i forskning och policy används normalt mer precisa termer som Solar Radiation Modification, solar geoengineering, sunlight reflection methods eller climate intervention.

NOAA beskriver Solar Radiation Modification som metoder där jordens reflektionsförmåga ökas för att minska mängden solenergi som absorberas av klimatsystemet. NOAA:s faktablad nämner särskilt två ofta diskuterade metoder: Stratospheric Aerosol Injection och Marine Cloud Brightening. (Källa: NOAA, 2024)

National Academies rapport Reflecting Sunlight fokuserar på atmosfäriska interventioner för att reflektera solljus, inklusive marine cloud brightening, stratospheric aerosol injection och cirrus cloud modification. (Källa: National Academies, 2021)

SRM är paraplybegreppet. Under SRM finns flera olika föreslagna metoder. De två viktigaste för detta dokument är SAI och MCB.

SAI - Stratospheric Aerosol Injection: en föreslagen stratosfärisk metod där aerosoler eller aerosolbildande ämnen förs upp mycket högt i atmosfären.

MCB - Marine Cloud Brightening: en föreslagen molnbaserad metod där små partiklar, ofta havssaltaerosoler, används för att påverka låga marina molns reflektionsförmåga.

SRM är alltså inte samma sak som cloud seeding. Cloud seeding försöker normalt påverka nederbörd, hagel, snö eller dimma. SRM handlar om att påverka hur mycket solljus som reflekteras eller absorberas.

8. Stratospheric Aerosol Injection, SAI

BEVISNIVÅ: DOKUMENTERAT SOM FORSKNING / TEKNISKT KONCEPT / POLICYFRÅGA

EJ BEVIS FÖR STORSKALIG OPERATIV ANVÄNDNING

Stratospheric Aerosol Injection, SAI, är en föreslagen metod inom Solar Radiation Modification. Idén är att öka mängden reflekterande partiklar i stratosfären, alltså mycket högt upp i atmosfären, för att reflektera bort en liten del av inkommande solljus.

NOAA:s State of the Science-faktablad beskriver SAI som att öka mängden stratosfäriska aerosoler som reflekterar solljus, antingen genom direkt injektion av partiklar eller genom injektion av en gas som senare bildar aerosoler. Faktabladet nämner svaveldioxid som exempel på en sådan precursor gas och listar även sulfat, kalciumkarbonat och diamantdamm som föreslagna aerosoltyper. (Källa: NOAA CSL, 2024)

Detta gör SAI relevant för diskussionen om avsiktliga atmosfäriska utsläpp. Men det betyder inte att varje vitt flygspår är SAI.

SAI-förslag diskuteras typiskt för stratosfären, ofta ungefär 15-25 km höjd, medan vanliga trafikflyg normalt flyger omkring 9-12 km, alltså i övre troposfären eller nära tropopausen. Det är en konkret höjdskillnad som gör att vanliga contrails och SAI inte bör blandas ihop.

Ämnen som diskuteras i SAI-sammanhang inkluderar bland annat svaveldioxid, sulfataerosoler, kalciumkarbonat och andra reflekterande partiklar.

SCoPEx

SCoPEx, Stratospheric Controlled Perturbation Experiment, var ett offentligt känt Harvard-projekt kopplat till forskning om stratosfäriska aerosolers beteende. Projektet blev omstritt och drevs inte vidare. Det är därför ett exempel på planerad och kontroversiell forskning kopplad till SAI, inte bevis för operativ aerosolspridning över befolkningen. (Källa: Harvard/Salata Institute, 2024)

Make Sunsets

Make Sunsets är ett annat slags exempel. EPA beskrev 2025 Make Sunsets som ett geoengineering-startup som skickar upp ballonger fyllda med svaveldioxid och säljer så kallade “cooling credits”. EPA meddelade den 15 april 2025 att myndigheten krävde svar från företaget om dess aktiviteter. (Källa: U.S. EPA, 2025)

Detta är relevant eftersom det visar att småskalig privat SRM-relaterad aktivitet har förekommit. Men även här måste slutsatsen hållas begränsad. Make Sunsets är inte bevis för ett globalt hemligt flygprogram. Det är bevis för att minst en privat aktör försökt genomföra småskalig geoengineeringrelaterad aktivitet med svaveldioxidballonger.

9. Marine Cloud Brightening, MCB

BEVISNIVÅ: DOKUMENTERAT SOM FORSKNING / SMÅSKALIGA TESTER

EJ BEVIS FÖR STORSKALIG OPERATIV ANVÄNDNING

Marine Cloud Brightening, MCB, är en annan föreslagen metod inom Solar Radiation Modification. Där SAI handlar om stratosfären, handlar MCB om låga marina moln.

Idén är att tillföra små partiklar, ofta havssaltaerosoler, till den marina gränsskiktsluften så att molnen får fler små droppar och blir mer reflektiva. Målet är inte i första hand att skapa regn. Målet är att öka molnens reflektionsförmåga så att mer inkommande solljus reflekteras tillbaka.

NOAA:s faktablad beskriver MCB som en strategi där aerosol tillförs den lägre atmosfären över havsområden för att öka reflektiviteten hos låga marina moln. NOAA CSL:s faktablad beskriver MCB som

injektion av havssaltaerosol i den lägre atmosfären för att påverka marina moln. (Källa: NOAA / NOAA CSL, 2024)

MCB är inte samma sak som cloud seeding för nederbörd. Cloud seeding försöker ofta påverka regn, snö, hagel eller dimma. MCB försöker påverka molnens ljusreflektion. Det är en annan mekanism och ett annat mål.

Alameda / University of Washington

University of Washington beskriver Marine Cloud Brightening Program som forskning om havssaltaerosoler och marina molns reflektionsförmåga. I Alameda pausades USS Hornet-experimentet 2024 efter lokal granskning och invändningar. Det är ett relevant exempel på att MCB inte bara är ett abstrakt ord i en rapport. Det har funnits verkliga småskaliga experiment kopplade till tekniken. (Källa: University of Washington / Alameda-fallet, 2024)

Men även här gäller samma bevisgräns: ett lokalt och omstritt småskaligt experiment är inte bevis för storskalig hemlig användning. Det är bevis för att tekniken studeras och testas i verkliga miljöer.

10. Flygets icke-CO2-klimatpåverkan

BEVISNIVÅ: BEVISAT, MED OSÄKERHETER I STORLEK OCH METRIK

Flygets klimatpåverkan handlar inte bara om koldioxid. Flyg påverkar även klimatet genom så kallade icke-CO2-effekter, bland annat kväveoxider, partiklar, vattenånga, contrails och contrail-cirrus.

Det här är viktigt för debatten om vita flygspår, eftersom även en helt vanlig contrail inte behöver vara klimatmässigt ointressant.

En contrail kan påverka strålningsbalansen genom att både reflektera en del inkommande solljus och hålla kvar utgående värmestrålning från jorden. I netto bedöms contrail-cirrus ha en värmande effekt i klimatberäkningar, men storleken varierar med tid på dygnet, höjd, plats, årstid och atmosfäriska förhållanden.

ICAO:s rapport från 2025 fokuserar på operativa möjligheter att minska flygets icke-CO2-klimateffekter, med särskilt fokus på contrail-mitigation genom horisontella och vertikala ruttjusteringar. (Källa: ICAO, 2025)

Lee et al. 2021 i Atmospheric Environment är en central källa på området. Där uppskattas flygets totala netto-ERF år 2018 till cirka +100,9 mW/m². I samma beräkning anges contrail-cirrus till cirka +57,4 mW/m², CO2 till cirka +34,3 mW/m² och NOx till cirka +17,5 mW/m². Det betyder att contrail-cirrus i den ERF-beräkningen var den största enskilda uppvärmande komponenten i flygets klimatpåverkan. (Källa: Lee et al., 2021)

Det ska däremot inte förenklas till att “contrails är värre än CO2” utan sammanhang. CO2 och contrail-cirrus fungerar på olika tidsskalor. CO2 är långlivat och ackumuleras över lång tid. Contrail-cirrus är mer kortlivat, mer geografiskt ojämnt och mer beroende av exakta atmosfäriska förhållanden.

Saklig poäng

Även “bara kondens” kan vara ett seriöst forskningsområde.

Mainstream-forskning, ICAO och flygsektorn behandlar contrail-cirrus som en verklig del av flygets klimatpåverkan.

Det gör inte contrails till bevis för avsiktlig besprutning. Men det gör uttrycket “det är bara kondens” för enkelt.

11. Vilka ämnen nämns i öppna källor?

BEVISNIVÅ: BEVISAT ATT ÄMNENA NÄMNS / DISKUTERAS I KÄLLOR

EJ BEVIS FÖR LOKAL ELLER HEMLIG ANVÄNDNING

Det är viktigt att skilja på fyra olika kategorier: ämnen som ingår i vanliga contrails, ämnen som används eller diskuteras i cloud seeding, ämnen som diskuteras i Marine Cloud Brightening och ämnen som diskuteras i Stratospheric Aerosol Injection.

Contrails

Vanliga contrails består i huvudsak av vattenånga, iskristaller och partiklar från flygavgaser som kondensationskärnor. Detta är inte ett avsiktligt vädermodifieringsutsläpp i sig, utan en följd av förbränning, vattenånga, partiklar och atmosfäriska förhållanden på flyghöjd.

Cloud seeding

I cloud seeding-sammanhang nämns ofta silverjodid, salter, torr-is och hygroskopiska partiklar. Syftet är normalt att påverka molnprocesser, till exempel nederbörd, snö, hagel eller dimma.

Marine Cloud Brightening

I MCB-sammanhang nämns främst havssaltaerosoler och små partiklar som kan påverka droppbildning i marina moln. Syftet är inte i första hand att skapa regn, utan att öka molnens reflektionsförmåga.

Stratospheric Aerosol Injection

I SAI-sammanhang nämns bland annat svaveldioxid, sulfataerosoler, kalciumkarbonat och andra reflekterande partiklar. NOAA CSL beskriver SAI som en metod där aerosoler eller aerosolbildande gaser kan tillföras stratosfären, och nämner bland annat svaveldioxid, sulfat, kalciumkarbonat och diamantdamm som diskuterade ämnen eller kandidater. (Källa: NOAA CSL, 2024)

Viktig gräns

Att ett ämne nämns i forskning, patent eller tekniska förslag betyder inte automatiskt att ämnet används över en viss plats.

Att ett ämne används i ett öppet vädermodifieringsprogram betyder inte automatiskt att det förekommer i vanliga flygspår.

Att ett ämne förekommer i ett patent betyder inte att metoden används operativt.

12. Vilka patent finns?

BEVISNIVÅ: BEVISAT ATT PATENTEN FINNS

EJ BEVIS FÖR OPERATIV ANVÄNDNING

Patent är ofta en källa till missförstånd. Ett patent visar att någon har beskrivit, ansökt om eller fått skydd för en idé, metod eller teknisk lösning. Ett patent bevisar däremot inte automatiskt att metoden används i verkligheten.

Patent kan visa att en teknik är tänkt, möjlig, föreslagen eller tekniskt beskriven. Men patent är inte samma sak som driftbevis.

US5003186A - Stratospheric Welsbach seeding for reduction of global warming

Relevant för diskussionen om stratosfäriska aerosoler och SRM-liknande idéer. Bevisar att en sådan metod patenterats. Bevisar inte att metoden används operativt.

US20100127224A1 - Atmospheric injection of reflective aerosol for mitigating global warming

Relevant för reflekterande aerosol-injektion som patentansökan. Bevisar inte operativ användning.

US20100071771A1 - High altitude atmospheric injection system and method

Relevant som tekniskt koncept för höghöjdsinjektion. Bevisar inte att systemet används.

WO2022186970A1 / EP4301126A1 - Method of geoengineering to reduce solar radiation

Relevant för solar radiation modification och tekniska förslag om reducerad solinstrålning. Bevisar inte operativ användning.

US5360162A - Method and composition for precipitation of atmospheric water

Relevant för cloud seeding och nederbördsmodifiering. Bevisar inte att varje synligt flygspår är cloud seeding.

US3877642A - Freezing nucleant

Relevant för cloud seeding genom iskärnor. Bevisar inte något om vanliga trafikflyg.

US5984239A - Weather modification by artificial satellites

Relevant som vädermodifieringskoncept. Bevisar inte att tekniken används operativt.

US3899144A - Powder contrail generation

Patent från 1975 om att skapa synliga pulverstrimmor för militära visuella/testsyften. Patentet gäller alltså inte civilt flyg, och ingenting i patenttexten beskriver spridning av ämnen över befolkning.

Patentavsnittets viktigaste slutsats

Patent visar att idéer och tekniska lösningar finns beskrivna.

Patent är relevanta för att visa att tekniker har föreslagits.

Patent är inte tillräckliga som bevis för att teknikerna används operativt.

13. Vem gör detta och varför?

BEVISNIVÅ: BEROR PÅ KATEGORI

ÖPPNA PROGRAM OCH FORSKNING: BEVISAT

HEMLIG STORSKALIG ANVÄNDNING: INTE BEVISAT I DETTA UNDERLAG

Frågan “vem gör det?” måste delas upp. Det finns inte ett enda “det”. Det finns flera olika fenomen: contrailforskning, flygets icke-CO2-klimatpåverkan, cloud seeding, weather modification, solar radiation modification, SAI-forskning, MCB-forskning, privata geoengineeringförsök, patent och tekniska förslag.

Contrails och flygets klimatpåverkan

Här finns exempelvis NASA, FAA, EPA, ICAO, IPCC, universitet, flygindustrin och atmosfärsforskare. Syftet är normalt att förstå och minska flygets klimatpåverkan, inklusive icke-CO2-effekter.

Cloud seeding

Här finns exempelvis regionala vattenmyndigheter, forskningsinstitut, privata vädermodifieringsföretag, jordbruks- och vattenresursprojekt samt delstatliga eller nationella program i vissa länder. Syften kan vara att öka nederbörd, öka snöpackning, minska hagelskador, påverka dimma eller hantera vattenresurser.

Solar Radiation Modification

Här finns exempelvis NOAA, National Academies, Harvard Solar Geoengineering Research Program, forskningsinstitutioner, policyorgan, privata aktörer och teknikutvecklare. Syftet i forsknings- och policytexter är normalt att undersöka om reflektion av en liten del av inkommande solljus skulle kunna dämpa uppvärmning, vilka risker som finns och hur styrning/governance skulle kunna se ut.

Privata aktörer

Make Sunsets används här eftersom det är ett tydligt dokumenterat och myndighetsomnämnt exempel på privat SRM-relaterad aktivitet, inte för att påstå att det är den enda möjliga privata aktören. EPA beskrev 2025 Make Sunsets som ett geoengineering-startup som skickar upp svaveldioxidballonger och säljer “cooling credits”.

> **Viktig gräns**
>
> Olika aktörer gör olika saker.
>
> En myndighet som forskar på contrails är inte samma sak som ett företag som säljer cooling credits.
>
> Ett cloud seeding-program för snöpackning är inte samma sak som SAI.
>
> Ett patent är inte samma sak som ett operativt program.
>
> Därför måste frågan “vem gör det?” alltid följas av: vad menas med “det”?

14. Hur länge har detta pågått?

> **BEVISNIVÅ: BEVISAT HISTORISKT, MEN OLIKA FÖR OLIKA KATEGORIER**

Contrailforskning

Contrails har studerats sedan jetflygets tidiga era. Appleman 1953 är en klassisk referens för contrailbildning och contrailprognoser. U.S. Air Force Handbook 15-101 använder senare Appleman-metoden i meteorologisk contrailbedömning.

Cloud seeding

Cloud seeding utvecklades under mitten av 1900-talet och används fortfarande i vissa öppna program. GAO beskriver cloud seeding som en flera decennier gammal vädermodifieringsteknik som används både i forskning och i drift. (Källa: GAO, 2024)

Solar Radiation Modification

SRM-idéer har funnits i olika former under flera decennier, men policy- och forskningsdebatten har vuxit kraftigt under 2000-talet. National Academies rapport Reflecting Sunlight från 2021 är ett exempel på att ämnet behandlas på hög institutionell nivå som forsknings-, styrnings- och riskfråga.

SCoPEx och Make Sunsets visar två olika moderna spår: SCoPEx var akademisk, planerad och kontroversiell forskning som inte drevs vidare. Make Sunsets är ett exempel på privat småskalig SRM-relaterad aktivitet med svaveldioxidballonger.

15. Möjliga risker och påverkan

> **BEVISNIVÅ: DISKUTERADE RISKER I FORSKNING / POLICY**
>
> EJ BEVIS FÖR ATT RISKEN REALISERATS LOKALT

Contrails och contrail-cirrus

- påverkan på cirrusmolnighet
- flygets icke-CO2-klimatpåverkan
- uppvärmande effekt i vissa situationer
- behov av contrail-mitigation genom flygruttsjusteringar

ICAO:s 2025-rapport behandlar operativa möjligheter att minska contrails och andra icke-CO2-effekter, vilket visar att frågan tas seriöst inom internationell luftfart.

Cloud seeding

- hur effektiv metoden faktiskt är
- miljöfrågor kring använda ämnen
- lokal/regional fördelning av nederbörd
- juridiskt ansvar
- vem som får mer regn/snö och vem som eventuellt får mindre

Detta betyder inte att varje cloud seeding-program är farligt. Det betyder att avsiktlig vädermodifiering väcker styrnings-, miljö- och ansvarsfrågor.

Solar Radiation Modification

- förändrade nederbördsmönster
- regionala klimateffekter
- möjlig påverkan på ozon
- governance-problem
- internationell rätt och ansvar
- moral hazard
- termination shock, alltså risker vid abrupt upphörande efter långvarig användning

National Academies behandlar SRM som ett område där forskning, riskbedömning och governance är centrala frågor, inte som en färdig eller riskfri lösning. NOAA:s faktablad beskriver också SRM som ett område med betydande osäkerheter och styrningsfrågor.

> **Viktig begränsning**
>
> Att risker diskuteras i forskning betyder inte att riskerna redan har realiserats över en viss plats.
>
> Att en teknik kan ha risker betyder inte att tekniken används lokalt.
>
> Men att risker diskuteras officiellt betyder att ämnet inte är trivialt.

16. Vad är bevisat?

Det här avsnittet sammanfattar vad underlaget faktiskt bär.

BEVISAT: Vanliga contrails finns och har kända meteorologiska villkor

Contrails bildas när varma, fuktiga motoravgaser blandas med mycket kall luft på hög höjd. De synliga spåren består i huvudsak av iskristaller.

BEVISAT: Persistenta contrails kan ligga kvar länge

NASA Langley-material av Patrick Minnis anger att contrail-kluster typiskt observeras i 4-6 timmar, men att vissa har observerats i mer än 14 timmar och färdats tusentals kilometer innan de försvann.

BEVISAT: Contrail-cirrus är en verklig del av flygets icke-CO2-klimatpåverkan

Contrail-cirrus behandlas i forskning och policy som en del av flygets icke-CO2-klimatpåverkan. Lee et al. 2021 anger contrail-cirrus som en stor ERF-komponent i flygets klimatpåverkan, med viktiga skillnader i tidsskala jämfört med CO2.

BEVISAT: Cloud seeding finns och används öppet

Cloud seeding är en dokumenterad vädermodifieringsteknik som används för att påverka till exempel nederbörd, snö, hagel eller dimma.

BEVISAT: Solar Radiation Modification finns som forsknings-, policy- och teknikområde

SRM är ett område där man studerar föreslagna metoder för att reflektera bort en liten del av inkommande solljus. SAI och MCB är två vanliga underkategorier.

BEVISAT: Patent finns för flera relevanta metoder

Det finns patent och patentansökningar som beskriver metoder kopplade till stratosfärisk partikelutspridning, reflekterande aerosoler, höghöjdsinjektion, geoengineering för reducerad solstrålning, cloud seeding, vädermodifiering och synliga pulverstrimmor från flygfarkoster. Exempel är bland annat US5003186A, US20100127224A1, US20100071771A1, WO2022186970A1 / EP4301126A1, US5360162A, US3877642A, US5984239A och US3899144A. Patent bevisar att tekniker eller idéer har beskrivits. Patent bevisar inte operativ användning.

BEVISAT: Småskalig privat SRM-relaterad aktivitet har förekommit

EPA meddelade den 15 april 2025 att myndigheten begärt information från Make Sunsets, ett startupbolag som enligt EPA skickar upp ballonger fyllda med svaveldioxid och säljer cooling credits. EPA:s government-action-sida anger även att Make Sunsets i maj 2025 rapporterade cirka 0,1 ton SO2 släppt till stratosfären.

17. Vad är inte bevisat i detta underlag?

INTE BEVISAT: Att varje långt vitt flygspår är ett avsiktligt utsläpp

Långvariga och spridande contrails kan uppstå under rätt atmosfäriska förhållanden. Ett långt vitt spår är därför inte i sig bevis för avsiktlig spridning.

INTE BEVISAT: Att vanliga trafikflyg systematiskt används i ett globalt hemligt program

Detta underlag visar att det finns contrails, cloud seeding, SRM-forskning, patent, småskaliga experiment och vissa privata aktiviteter. Det visar inte att reguljär civil flygtrafik används globalt i hemlighet för besprutning.

INTE BEVISAT: Att cloud seeding och SRM är samma sak

Cloud seeding handlar normalt om lokala vädereffekter, till exempel nederbörd eller hagel. SRM handlar om föreslagna metoder för att påverka jordens strålningsbalans.

INTE BEVISAT: Att patent bevisar operativ användning

Patent är relevanta som tekniska dokument. Men patent är inte driftloggar, myndighetsbeslut, utsläppsdata eller bevis för genomförda program.

INTE BEVISAT: Att en observation från marken räcker för att fastställa innehåll

En privatperson kan dokumentera tid, plats, flygplan, höjd, temperatur, fuktighet och hur spåret utvecklas. Det kan visa om en vanlig contrail är rimlig, oklar eller svagt stödd av tillgänglig data. Men det fastställer normalt inte exakt kemiskt innehåll.

INTE BEVISAT: Att SCoPEx genomförde operativ aerosolspridning

SCoPEx var ett planerat och omstritt Harvard-projekt kopplat till stratosfärisk aerosolforskning, men projektet drevs inte vidare. Det ska därför inte användas som bevis för operativ spridning.

INTE BEVISAT: Att Make Sunsets bevisar ett globalt program

Make Sunsets är relevant eftersom EPA beskriver konkret SRM-relaterad aktivitet med svaveldioxidballonger. Men ett småskaligt privat exempel bevisar inte storskalig hemlig användning av trafikflyg.

INTE BEVISAT: Att contrail-cirrus klimatpåverkan innebär avsiktlig vädermodifiering

Contrail-cirrus kan vara klimatmässigt relevant även när det uppstår oavsiktligt. Klimatpåverkan är inte samma sak som avsikt.

18. Praktisk checklista: contrail-rimlighetskoll

Den här checklistan kan användas av en privatperson som ser ett vitt flygspår och vill kontrollera om vanlig contrail är en rimlig förklaring.

Steg 1 - Dokumentera observationen

- plats
- datum
- exakt tid
- riktning på himlen
- foto eller video
- hur länge spåret syns
- om spåret försvinner snabbt eller breder ut sig

Steg 2 - Identifiera flyget

- Flightradar24
- ADS-B Exchange
- FlightAware

Notera flygnummer, flyghöjd, riktning, hastighet och ungefärlig position.

Steg 3 - Kontrollera höjd

- 30 000 ft ≈ 9 km ≈ 300 hPa
- 34 000 ft ≈ 10 km ≈ 250 hPa
- 39 000 ft ≈ 12 km ≈ 200 hPa

Detta är en standardatmosfär-approximation. Den stämmer inte exakt i alla vädersituationer, men räcker som första orientering.

Steg 4 - Kontrollera luften på flyghöjd

Markvädret räcker inte. Kontrollera om möjligt temperatur på flyghöjd, fuktighet på flyghöjd, vind på flyghöjd och om luften kan vara isövermättad.

Steg 5 - Jämför med observationen

- Låg planet på hög höjd?
- Var luften där uppe tillräckligt kall?
- Var luften där uppe tillräckligt fuktig?
- Försvann spåret snabbt?
- Låg spåret kvar länge?
- Bredde det ut sig med vinden?
- Fanns andra spår på samma höjd?

Steg 6 - Dra bara en begränsad slutsats

1. Vanlig contrail är rimlig.
2. Vanlig contrail är oklar.
3. Contrail som förklaring stöds inte av tillgänglig data.

Den tredje slutsatsen betyder inte automatiskt att man har bevisat ett avsiktligt utsläpp. Den betyder bara att den vanliga förklaringen inte räcker utifrån den data man har.

19. Källförteckning

Källorna är uppdelade efter ämne, så att läsaren kan se vilken typ av stöd varje källa ger.

A. Contrails och atmosfärsfysik

FAA - Contrails: https://www.faa.gov/contrails

EPA/FAA - Contrails fact sheet, 2025: https://www.epa.gov/system/files/documents/2025-07/epa-faa-contrails-factsheet-2025-0718.pdf

NASA / Patrick Minnis - Contrails, NASA NTRS: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20070036014/downloads/20070036014.pdf

U.S. Air Force Handbook 15-101: https://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a3/publication/afh15-101/afh15-101.pdf

B. Persistenta contrails och contrail-cirrus

Minnis et al. - Contrails, Cirrus Trends, and Climate: https://www-pm.larc.nasa.gov/sass/pub/journals/ConcirtrendJC03.pdf

Singh et al. 2024 - Understanding the role of contrails and contrail cirrus: https://acp.copernicus.org/articles/24/9219/2024/acp-24-9219-2024.html

C. Flygets icke-CO2-klimatpåverkan

Lee et al. 2021 - Aviation and global climate change in the 21st century: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834

ICAO 2025 - Operational Opportunities to Reduce Contrails and Non-CO2 Effects: https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/CAEP%20WG2/Report-on-Operational-Opportunities-to-Reduce-Contrails-and-Non-Co2-1.pdf

D. Kontrollverktyg

Flightradar24: https://www.flightradar24.com/

ADS-B Exchange: https://globe.adsbexchange.com/

FlightAware: https://www.flightaware.com/

University of Wyoming Upper Air Soundings: https://weather.uwyo.edu/upperair/

Windy: https://www.windy.com/

E. Cloud seeding och weather modification

WMO - Statement on Weather Modification: https://wmo.int/content/wmo-statement-weather-modification

GAO - Cloud Seeding Technology Assessment: https://www.gao.gov/assets/gao-25-107328.pdf

F. Solar Radiation Modification, SRM

NOAA - Solar Radiation Modification State of the Science: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/solar-radiation-modification-noaa-state-science-factsheet

NOAA CSL - State of the Science Fact Sheet: Solar Radiation Modification: https://www.csl.noaa.gov/factsheets/SRMsos.pdf

National Academies - Reflecting Sunlight, 2021: https://www.nationalacademies.org/projects/DELS-BASCPR-18-04/publication/25762

White House / OSTP - Congressionally Mandated Report on Solar Radiation Modification, 2023: https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2023/06/Congressionally-Mandated-Report-on-Solar-Radiation-Modification.pdf

Harvard / Salata Institute - An Update on SCoPEx: https://salatainstitute.harvard.edu/an-update-on-scopex/

Harvard Solar Geoengineering Research Program: https://salatainstitute.harvard.edu/research-initiatives/the-harvard-solar-geoengineering-research-program/

G. Make Sunsets / EPA

EPA pressmeddelande, 15 april 2025 - “EPA Demands Answers from Unregulated Geoengineering Start-up Launching Sulfur Dioxide Air Balloons”: https://www.epa.gov/newsreleases/epa-demands-answers-unregulated-geoengineering-start-launching-sulfur-dioxide-air

EPA Government Action page - “Geoengineering: Government Action”: https://www.epa.gov/geoengineering/government-action

H. Patent

US5003186A - Stratospheric Welsbach seeding for reduction of global warming: https://patents.google.com/patent/US5003186A/en

US20100127224A1 - Atmospheric injection of reflective aerosol for mitigating global warming: https://patents.google.com/patent/US20100127224A1/en

US20100071771A1 - High altitude atmospheric injection system and method: https://patents.google.com/patent/US20100071771A1/en

WO2022186970A1 - Method of geoengineering to reduce solar radiation: https://patents.google.com/patent/WO2022186970A1/en

EP4301126A1 - Method of geoengineering to reduce solar radiation: https://patents.google.com/patent/EP4301126A1/en

US5360162A - Method and composition for precipitation of atmospheric water: https://patents.google.com/patent/US5360162A/en

US3877642A - Freezing nucleant: https://patents.google.com/patent/US3877642A/en

US5984239A - Weather modification by artificial satellites: https://patents.google.com/patent/US5984239A/en

US3899144A - Powder contrail generation: https://patents.google.com/patent/US3899144A/en

Slutord

Det här dokumentet visar inte att varje vitt flygspår är ett avsiktligt utsläpp. Det visar inte heller att ett globalt hemligt program är bevisat.

Men det visar att debatten ofta förenklas åt båda håll.

> Alla vita spår är inte mystiska.
>
> Men alla relevanta atmosfäriska tekniker är inte påhittade heller.

Den sakliga positionen är därför:

- Förstå vanliga contrails.
- Skilj dem från cloud seeding.
- Skilj cloud seeding från SRM.
- Skilj SRM från SAI och MCB.
- Skilj patent från driftbevis.
- Skilj forskning från operativ användning.
- Dra inte starkare slutsatser än källorna bär.

Det är där en seriös granskning börjar.